

Importancia biomecánica de la tensión de arco en las disciplinas atléticas

Biomechanical importance of arch tension in athletic disciplines

Eutimio Armela-Suárez¹; Luís Lorenzo Robert-Aquino²; Santiago Coss-Kindelán³

¹*Dr. C. Prof. Titular: Universidad de Oriente. Facultad de Cultura Física. Santiago de Cuba, Cuba.*
earmelas@gmail.com

²*Dr. C. Prof. Titular: Universidad de Oriente. Facultad de Cultura Física. Santiago de Cuba, Cuba.*
llroberta@uo.ciges.com

³*Dr. C. Prof. Aux: Universidad de Oriente. Facultad de Cultura Física. Santiago de Cuba, Cuba.*
scossk@uo.ciges.com

Fecha de recepción: 2 de marzo de 2017

Fecha de aceptación: 4 de mayo de 2017

RESUMEN

La importancia de la flexibilidad, el entrenamiento de esta capacidad es un componente poco valorado, los saltos y lanzamientos la requieren bastante para el logro de resultados. Se aporta una vía que delimita la variante técnica más adecuada para la bala, el salto de longitud y el de altura, a partir del empleo del arco. Prevalece el método de observación de múltiples vídeos. El resultado arrojó como variantes más adecuadas al salto de altura la de Flot, al de longitud, la caminando y a la bala, la rotacional. Además de la necesidad de potenciar la cintura pélvica para estas acciones.

Palabras clave: Arco; Salto de altura; Flot; Salto de longitud; Caminando; Bala; Rotacional

ABSTRACT

Healthy Lifestyles were described among a senior group in a first level hospital in Norte de Santander, Colombia. The purpose was identified between lifestyle and socioeconomic conditions, in a quantitative, descriptive character and cross section study. A factorial and confirmatory model for lifestyles was analyzed. The main result established that there is no control over the nutrition, health responsibility, interpersonal support and actualization. In general, the health style level was 32% very good, 26% good, 20% excellent and 1.3 % bad.

Key words: Arch; High jump; Flot; Long jump; Walking; Bullet; Rotational

INTRODUCCIÓN

Al indagar sobre la temática de la tensión de arco en la búsqueda realizada, en relación con la posición arqueada que adopta el cuerpo del deportista durante diferentes acciones o actividades deportivas, se encontró que Benigni, M. y Fornasari, V. (2003). refieren la tensión de arco que se observa en los atletas de lanzamiento de la jabalina en el momento del esfuerzo final, durante la posición de fuerza, sin referir otras disciplinas atléticas, ni otros deportes, esto constituye la base de referencia que develó la brecha a seguir en la presente investigación, donde a juicio del autor, este arco se encuentra presente en casi todas las acciones y actividades deportivas, por no ser absolutos, en las que se persigue alcanzar resultado con un máximo de esfuerzo corporal empleando las diferentes palancas del soma del deportista.

El presente trabajo hace un llamado a la atención sobre la importancia de la llamada flexibilidad, es decir a la movilidad articular, teniendo en consideración que el entrenamiento de la flexibilidad es uno de los componentes de la aptitud física menos comprendido y valorado por los entrenadores, a la cual se le brinda un mínimo de atención respecto al resto de las capacidades.

Para Robertson, D. (2004), que trata métodos de la biomecánica de las actividades físicas “la flexibilidad es la habilidad de una articulación de moverse a lo largo de un rango de movimiento óptimo”.

Una flexibilidad óptima ayuda a eliminar movimientos que son incómodos y/o ineficientes y además proporciona al músculo una mayor resistencia a la lesión. En los saltos y lanzamientos se requiere un rango de movimiento óptimo, no solo para evitar lesiones, sino para alcanzar un máximo de amplitud, que le permita al atleta un mejor resultado. La flexibilidad o movilidad articular de la cintura pélvica, permite una mayor amplitud en el arco que conforma la misma durante las ejecuciones atléticas.

Ventajas que proporciona este estudio

Permite apreciar la mejor calidad en cada variante de las disciplinas atléticas y la importancia de un arqueo lo más amplio y tenso posible en los lanzamientos (bala), el salto de altura Fosbury Flop, así como los saltos de longitud natural, pecho y caminando, que tributan a la mayor potencia en las acciones, convirtiendo la energía cinética en potencial en los lanzamientos, alejando la pelvis de la varilla en el salto de altura y condicionando la pelvis y las extremidades para una mejor caída en los saltos de longitud, así como permite una mejor

consecutividad de arcos que tributan a un mejor lanzamiento de la bala en la variante rotatoria que la hace superior a la lineal, entre otros factores influyentes.

Datos preliminares del producto

Con la primera versión del presente trabajo, no pretendemos señalar los planos musculares determinantes para el resultado de las disciplinas atléticas que se estudian, sólo se refieren aquellos donde se muestran más visibles los arcos, los cuales se consideran presentes de diferentes maneras en todas las disciplinas atléticas.

Para la mejor comprensión de la presente investigación, se asume por **arco** la parte del cuerpo del atleta que se tensiona adoptando la posición arqueada o de semicírculo, en el momento en que se produce la acción técnica o ejercicio principal de competencia.

En el salto de altura variante Flop, en el salto de longitud variante pecho o ventral y en el lanzamiento de la jabalina, es donde se aprecia con mayor visibilidad el arco. En la presente investigación además del arco también se considera **la flecha**.

Se entiende por **flecha**: la línea imaginaria que se forma desde la parte del cuerpo del atleta donde se realiza la mayor elongación o estiramiento, para que este alcance su mayor amplitud, hasta la parte hacia donde se orienta la dirección del salto o lanzamiento que se va a realizar (hacia arriba o hacia el frente).

Necesidad de su aplicación

Estos aspectos no se han tenido en cuenta, hasta el momento sólo se refiere de manera significativa la presencia del arco en el lanzamiento de la jabalina y en el salto de altura. Permite delimitar la mejor calidad de variante para las disciplinas estudiadas.

Situación problemática.

Discrepancia para definir la mejor variante técnica en algunas disciplinas atléticas. Teniendo en consideración la incógnita que ha existido en determinar cuál es la variante técnica más efectiva en algunas de las disciplinas atléticas, se han venido realizando algunas observaciones fílmicas en cámara lenta, lo que ha permitido crear una base de datos con cada una de las variantes técnicas de los saltos de longitud, así como en la impulsión de la bala, en las cuales se ha podido observar lo siguiente:

Los saltadores de altura en ambos sexos, en esta disciplina atlética, desde su surgimiento han transitado por las siguientes variantes de saltos: (salto de frente a la varilla, salto este, salto oeste, salto tijeras, salto Borrell Roll (zambullida y paralelo) y salto Fosbury Flop, existiendo la mayor discrepancia por la supremacía entre el Borrell Roll y el Flop en cuanto a su efectividad, en la actualidad todos los atletas finalmente han asumido la variante Flop.

Los saltadores de longitud, aún divergen aplicando las variantes técnicas natural, pecho o ventral y la variante “caminando”, existiendo la mayor porfía por la supremacía entre las variante pecho y la “caminando,” las cuales aún hoy se emplean indistintamente.

En el lanzamiento de la bala, también denominada impulsión de la bala o lanzamiento del peso, la disputa se basa entre la variante con deslizamiento de forma lineal y la variante con giro o rotatoria, utilizadas indistintamente por diferentes lanzadores y sexos.

Imprecisiones en la prioridad de preparación de los planos musculares determinantes para cada disciplina atlética.

Imprecisiones en la prioridad de preparación de las capacidades físicas determinantes en cada disciplina atlética. Algunos entrenadores no cuentan con suficientes argumentos para optar por una u otras variantes definitorias, por no contar con una verdadera precisión acerca de los mismos, en cada una de ellas, que posean una fundamentación adecuada desde el punto de vista biomecánico, por lo que no dirigen la mayor atención y la mejor concentración de los esfuerzos a los vectores de fuerza que permitan tensar el organismo o cuerpo del atleta para el óptimo aprovechamiento del esfuerzo, de manera que se convierta la energía cinética en energía potencial con una mayor explosividad del movimiento, teniendo en cuenta además el mayor tiempo de acompañamiento del implemento por las palancas del organismo del atleta en el caso de los lanzamientos.

Objetivos

- Aportar una nueva forma para determinar desde el punto de vista biomecánico las variantes técnicas óptimas para la obtención de los mejores resultados en los saltos de altura, de longitud y en la impulsión de la bala.
- Resaltar la importancia de los planos musculares y la movilidad articular que intervienen en cada una de las variantes técnicas de las disciplinas atléticas estudiadas, de manera que se tense al máximo el cuerpo del atleta y se dinamicen los movimientos.

Métodos aplicados

Fueron aplicados los métodos de: observación para poder apreciar y definir con precisión los detalles técnicos y biomecánicos durante las ejecuciones de estas disciplinas atléticas durante competiciones de alto nivel mundial observadas en cámara lenta; los métodos estadísticos para coleccionar y procesar la base de datos obtenidos; el método histórico lógico para analizar el comportamiento de las variantes técnicas desde las primeras

competiciones atléticas hasta la actualidad. Consulta de documentos para establecer una base de datos y conocer la efectividad de los resultados en cada variante, así como el de Análisis síntesis, para el procesamiento de los datos y argumentaciones.

DESARROLLO

Se realiza la comparación para establecer diferencias entre las variantes, que permita definir la mejor calidad entre unas y otras. En los Anexos aparecen identificados cada uno de los puntos de forma gráfica en fotografías en las disciplinas atléticas referidas en el presente estudio. Los saltadores de altura en ambos sexos, en esta disciplina atlética, desde su surgimiento han transitado por las variantes de saltos (salto este, salto oeste, salto tijeras, salto Borrell Roll (zambullida y paralelo) y salto Fosbury Flop o dorsal, existiendo la mayor discrepancia por la supremacía entre el Borrell Roll y el Flop en cuanto a su efectividad, en la actualidad todos los atletas han asumido la variante Flop.

Fueron comparadas las diferentes variantes de las disciplinas atléticas, donde se aprecia la tensión del arco, lo que permite discernir la mejor calidad de la variante técnica empleada, independientemente de las restantes direcciones determinantes para los resultados de la competición en cada una de las disciplinas. Comparación entre el lanzamiento de la bala de forma lineal con deslizamiento y la variante de lanzamiento rotatoria con giros, la comparación entre el salto de altura variante Tijeras, Fosbury Flop y Borrell Roll. Así como entre las variantes de salto de longitud natural, pecho o ventral y la variante caminando.

El procedimiento empleado para demostrar la teoría del arco y la flecha en estas disciplinas fue el siguiente: fueron observadas en cámara lenta las finales de varios Competencias de carácter internacional en las disciplinas de lanzamiento de la bala, salto de longitud y salto de altura para ambos sexos.

Resultados en la impulsión de la Bala.

En las competencias aparecen registros superiores a los 18.50 metros en el masculino efectuando la impulsión con el empleo de cada una de las variantes.

Fueron comparadas las dos formas estableciendo diferencias entre ellas, analizando las ventajas o factores positivos y los negativos en cada una de ellas.

“La fuerza de inercia de un cuerpo externo, al acelerarlo el hombre, está dirigida en sentido contrario a la aceleración, está aplicada al lugar de contacto con el cuerpo acelerado, en el punto de trabajo del cuerpo del hombre”. (Zatsiorski, 1988, p. 90)

Este planteamiento devela la importancia de la inercia cuando se acompaña un cuerpo en su trayectoria para ser lanzado, en este caso la bala al ser lanzada con giros realiza una trayectoria mayor acompañada por la palanca y mano del lanzador, lo que permite proporcionarle un mayor impulso, convirtiendo la energía cinética en potencial.

“La aceleración puede ser positiva: el hombre incrementa la velocidad, digamos de la bala, se percibe como resistencia. La aceleración puede ser negativa, el hombre disminuye la velocidad, por ejemplo de la pelota medicinal cuando la recepta hacia sí, entonces la fuerza de inercia se percibe como su presión. Pero si la aceleración es normal (centrípeta), el hombre sostiene por ejemplo el disco durante su impulso, siguiendo una trayectoria curvilínea, entonces la fuerza centrífuga de inercia del disco está aplicada a la mano del lanzador y se percibe como tracción, como el intento del disco de escaparse de la mano por el radio”. (Zatsiorski, 1988, p. 90)

Se puede apreciar también la importancia de la aceleración mediante la fuerza centrífuga que le trasmite el lanzador al implemento en este caso a la bala cuando se efectúa la impulsión con giros.

Aplicando la teoría del arco y la flecha a las observaciones realizadas se pudo comprobar que en la impulsión de la bala con giros se establece una consecutividad de arcos torcidos curvilíneos en el lanzamiento con giros que permiten una mejor propulsión de la flecha, además el implemento permanece durante mayor tiempo acompañado por la mano del lanzador con una amplia trayectoria, con mayor amplitud, por lo que se considera más apropiada que la variante con desplazamiento lineal donde se produce un solo arco al final teniendo como centro la cintura pélvica del lanzador.

Resultados en el Salto de altura

Se descartan las variantes técnicas tijera, este y oeste, atendiendo a los pobres resultados alcanzados con las mismas por factores ya conocidos de la posición del centro de masa y la posición del cuerpo durante el vuelo, además de la inexistencia de grandes arcos visibles que permitan tensionar el cuerpo del saltador.

Fueron comparadas las dos restantes variantes estableciendo diferencias entre ellas. Es un hecho que la variante Flop ha desplazado al Borrell Roll, todos los atletas del mundo han asumido al Flop como técnica más efectiva para el logro de más rápidos y elevados resultados. El fundamento biomecánico basado en la teoría del arco y la flecha devela notoriamente que en la variante “Flop” la fase de vuelo es precisamente la que permite establecer las mayores diferencias e influencias sobre los resultados, se percibe la máxima

tensión del arco para que la flecha se dispare con la mayor potencia y rapidez, lo que permitirá una mayor amplitud en el movimiento.

Traduciendo la técnica de esta variante, se aprecia en la misma que el tronco del atleta y la cintura pélvica, en el instante del traspaso de la varilla se encuentran en una posición de cúbito supino, realizando un arqueo, que mientras mayor sea, más posibilidades de franquear la varilla van a existir, este arqueo se complementa con la flexión de las piernas por las rodillas quedando los pies por debajo del nivel de la varilla, a la vez que la cabeza del saltador se inclina hacia atrás, quedando conformado de esta forma un arco amplio, tanto las piernas, como la cabeza quedan por debajo del nivel de la varilla, solo la cintura pélvica por encima, lo que hace que en ese momento el centro de gravedad esté por debajo de la varilla y sin embargo el cuerpo completo puede rotar por encima de la varilla y franquearla.

En el vuelo del salto de altura Borrell Roll, sólo se crea un arco visible en la subvariante zambullida, pero la forma de realizar la carrera de impulso diagonal con respecto a la varilla, no permite que este arco alcance la magnitud necesaria como para ser tensado al máximo de las posibilidades del saltador durante la fase de vuelo, por lo que se ve limitada la rapidez con que debe salir la flecha, para que el cuerpo del saltador se separe lo suficiente de la varilla, evitando el contacto con la misma.

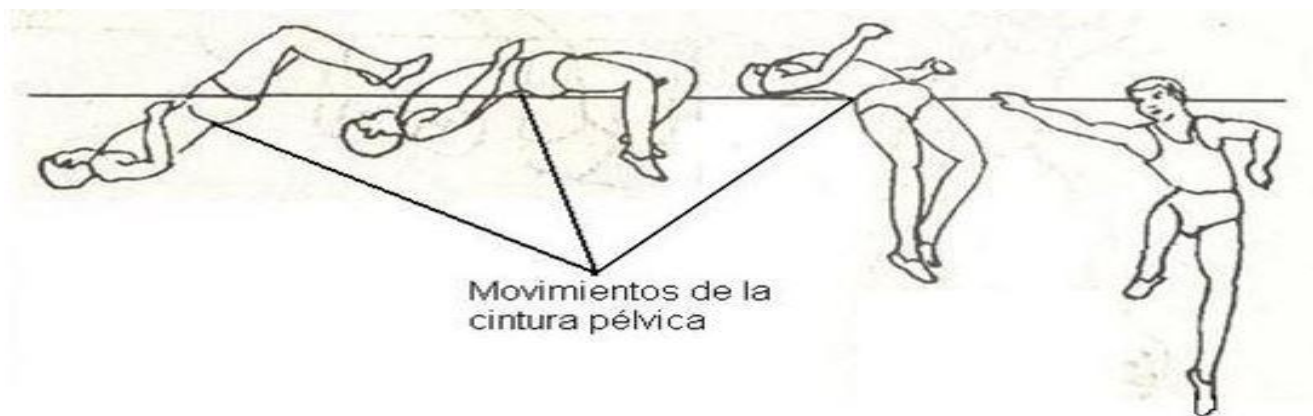


Figura 1. Observación del movimiento de la pelvis encima de la varilla en el salto de altura Fosbury Flop

Resultados del Salto de longitud

Independientemente de que el centro de masa del cuerpo durante el vuelo no sufre variaciones, cada una de las variantes técnicas atendiendo a su aprovechamiento de los arcos y las flechas permite llegar a la caída con una mejor predisposición y propulsión para alcanzar mayores resultados.

En la variante **natural**: Se pudo apreciar que durante la ejecución de la misma, existe la posibilidad de elevar un péndulo adecuado después del despegue, producto de un fuerte estirón del arco durante el contacto del pie con la tabla de despegue, también se puede realizar una buena tensión del arco durante el vuelo con gran estiramiento de la cintura pélvica, pero el péndulo adelantado limita la tensión de este arco y por consiguiente la salida explosiva y rápida de la flecha hacia adelante-arriba, esta es la técnica más sencilla y fácil de aprender, pero los saltadores de la elite la utilizan poco por estas limitaciones.

En la variante técnica **pecho o ventral**, se eleva péndulo con ambas rodillas al frente, la intensidad y elevación de las mismas dependen en gran medida de la potencia del despegue al igual que el péndulo en las restantes variantes, sin embargo aquí existe la mayor posibilidad de tirar con gran fuerza la cadera hacia delante, realizando la mayor tensión del arco en todas las variantes de saltos, por lo que la flecha se dispara con gran intensidad hacia delante-arriba, después se realiza un movimiento de ante versión de las piernas, trasladando los talones hacia delante en busca de la mayor distancia posible en el momento de la caída. Esta es una variante muy importante y ofrece buenas posibilidades para elevados resultados a los saltadores a nivel mundial.

En la variante técnica **caminando** se realizan durante el vuelo movimientos consecutivos de las piernas simulando la forma de caminar en el aire con movimientos rápidos, esto propicia una consecutividad de tensiones del arco con una gran influencia, la cual en el último paso en el aire (vuelo), se forma un arco con mayor pronunciación, dando la posibilidad de que la flecha se proyecte con bastante rapidez, finalizando así todo el impulso que ha transmitido la secuencia de arcos que se han sucedido hasta finalizar el movimiento con la caída, realizando una ante versión de las piernas con los talones lo más arriba-adelante posible. Esto depende en gran medida de la fortaleza del despegue y del ángulo de salida.

Las observaciones realizadas y los resultados alcanzados a nivel mundial revelan que esta es la variante con la que se han obtenido los mayores resultados, puesto que biomecánicamente ofrece las mayores posibilidades de imbricar varios arcos y flechas, que actuando de forma sistémica, permitan que el arco y la flecha se tensen y se lancen varias veces consecutivas, lo que permite alcanzar mayores resultados, siempre y cuando se domine esta técnica con un alto grado de perfección, dada la complejidad de la misma.

Sin embargo la variante pecho con proyección de la cadera con un fuerte tirón hacia delante-arriba, permite excelentes resultados y a opinión de los autores, esta variante se perfila como la dominante en el futuro, cuando los entrenadores y atletas se conjuguen para lograr que se

produzca el tirón de la cintura pélvica desde el mismo momento del despegue formando un arco muy pronunciado y que luego de alcanzarse una elevación considerable de ambas piernas estas puedan buscar al frente con una gran amplitud en pos de la mayor distancia posible.

Tabla 1. Comportamiento del resultado alcanzado en la impulsión de la bala con deslizamiento

Nº	Resultados con deslizamiento
1	20,80 m
2	19,94 m
3	21,30 m
4	20,12 m
5	19,57 m
6	20,35 m
7	20,80 m
8	19,43 m
9	19,90 m
10	21,68 m
Totales	203,89 m
Medias	20,38 m

Tabla 2. Comportamiento del resultado alcanzado en la impulsión de la bala con giro

Nº	Resultados con giros
1	21,40 m
2	21,37 m
3	20,80 m
4	19,02 m
5	19,97 m
6	20,83 m
7	21,74 m
8	20,89 m
9	22,02 m
10	21,12 m
Totales	190,14 m
Medias	20,91 m

Tabla 3. Comportamiento del resultado alcanzado en el salto de longitud pecho

Nº	Resultados Variante Pecho
1	7,94 m
2	7,43 m
3	8,34 m
4	7,99 m
5	8,15 m
6	8,12 m
7	8,21 m
8	8,01 m
9	8,40 m
10	8,57 m
Totales	81,16 m
Medias	8,11 m

Tabla 4. Comportamiento del resultado alcanzado en los saltos de longitud caminando

Nº	Resultados Variante Caminando
1	8,03 m
2	7,97 m
3	8,12 m
4	8,37 m
5	8,18 m
6	8,57 m
7	8,63 m
8	8,47 m
9	8,28 m
10	7,96 m
Totales	83,58 m
Medias	8,35 m

Tabla 5. Comparación final de los saltos de longitud y la impulsión de la bala

	Salto de Longitud pecho	Salto de Longitud caminando	Bala con deslizamiento	Bala circular
Totales	81,16	82,45	214,4	215,6
Medias	8,11	8,24	21,34	21,56

Determinación de las variantes técnicas más recomendables para la consecución de los mejores resultados en cada una de las disciplinas atléticas estudiadas.

Después de analizada casuística-mente la base de datos, mediante la observación de los vídeos y las tablas obtenidas de Internet, se pudo comprobar que en el lanzamiento de la bala, las medias de los resultados obtenidos favorecen a los lanzamientos con giros, principalmente en el sexo masculino. Sin embargo el ganador de la medalla de oro olímpica en Londres 2012, resultó un lanzador que emplea la técnica con deslizamiento lineal, es de destacar que este lanzador es el más alto y corpulento de todos los participantes y por consiguiente posee palancas de mayor longitud, a consideración de los autores, si lanzara con giros sus resultados serían superiores.

CONCLUSIONES

El empleo de secuencias y la observación de vídeos en competencias de Atletismo de alto nivel, permitió establecer los puntos de colocación de la flecha para definir los planos musculares necesarios para la tensión del arco y la salida más dinámica de la flecha, lo que traducido a la acción propia de la disciplina atlética, permitió otorgarle a la cintura pélvica un papel relevante en las acciones de lanzamientos y saltos de altura y longitud, definiéndose su gran importancia para potenciar estas disciplinas y su influencia en la calidad de los mismos, así como su impacto en los resultados.

El estudio realizado mediante la base de datos analizada con resultados a nivel mundial, más la observancia de la creación de arcos y “lanzamientos de las flechas” permitieron con esta teoría, aportar una forma más, para definir la mejor calidad entre cada una de las variantes técnicas, señalando las más recomendables para cada una de las disciplinas atléticas estudiadas (lanzamiento de la bala rotatoria, salto de longitud caminando y salto de altura Fosbury Flop).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Benigni, M. y Fornasari, V. (2003). *Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular* de Sergio Fucci Elsevier, España, S. A. Lengua: Castellano Edición: 4ª año de Edición: Plaza Edición: Madrid.
- Hochmuth, G. (1971). *Biomecánica de los movimientos deportivos*, Berlín, Editorial Sportverlag.
- Kapandji, A. I. (2002). *Fisiología articular: esquemas y comentarios de mecánica humana. Miembro superior*. Volumen 1. Quinta Edición. Médica Panamericana.
- Muller, H. y Ritzdort, W. (2000). *Correr, saltar, lanzar. La Guía IAAF para la enseñanza del Atletismo*. Ediciones Castellanas. Santa Fe Argentina.
- Rash y Burke. (2009). *Kinesiología y Anatomía aplicada*. Editorial Ateneo. Buenos Aires.
- Robertson, D. (2004). *Research methods in biomechanics. Gordon et al. Human kinetics* lengua: inglés edición: 1 año de edición: plaza edición: Leeds
- Romero, E. (2001). *Metodologías de Enseñanza de la Técnica en Atletismo. Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”*. La Habana.
- Zatsiorski, M. V. (1988). *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Pueblo y Educación. La Habana.